

Научная статья
УДК 69.003
DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2023-20-4-514-526>
EDN: WSDHCB



ДИАГНОСТИКА ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА СТАБИЛЬНОСТЬ РАБОТЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

О. А. Побегайлов*, Н. О. Сизен, В. М. Дедловский
Донской государственной технической университет
г. Ростов-на-Дону, Россия

opobegaylov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2950-7310>,
sizen0263@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-0208-8090>,
vadimDedlovskii@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0006-5069-4436>.

*ответственный автор

АННОТАЦИЯ

Введение. Для любой строительной организации (как для подрядчика, так и застройщика) важно иметь представление о степени стабильности своей работы. Однако на сегодняшний день не существует универсального метода выявления таких факторов и определения степени их значимости. Цель исследования заключалась в разработке метода диагностики факторов, влияющих на стабильность работы строительных организаций.

Материалы и методы. Методологической основой работы явились общенаучные принципы и методы исследования: как эмпирические методы (эксперимент и экспертная оценка), так и теоретические (анализ и синтез, восхождение от абстрактного к конкретному, систематизация). Отделены факторы риска и неопределённости друг от друга по критерию наличия или отсутствия вероятности у наступления того или иного события. Отсюда следует, что риски можно минимизировать, но неопределённость можно только снять, поскольку нельзя минимизировать то, чья величина неизвестна. Выделены группы рисков, влияющих на стабильность работы строительной организации, а также некоторые группы неопределённостей, которые могут оказывать влияние на строительство. Проведена экспертная оценка факторов риска и неопределённости, влияющих на стабильность работы строительной организации, вследствие чего выполнены диагностика и анализ факторов внутренней и внешней угрозы, влияющих на ход строительства.

Результаты. Предложена модель диагностики факторов риска и неопределённости в современном строительстве. Ранжированы риски и неопределённости по уровню их опасности для деятельности строительной организации и в целом для реализации инвестиционного строительного проекта. Полученные результаты ранжирования рисков помогают принять управленческие решения, направленные на минимизацию наиболее опасных рисков. Например, разработать дополнительные меры социального стимулирования работников, проверить сложившиеся логистические цепочки, усилить финансовый менеджмент и т.д. Выведены рекомендации по снятию неопределённостей в ходе работы строительной организации.

Обсуждение и заключение. Разработанный метод диагностики факторов неопределённости и риска могут применять как подрядные организации, так и застройщики. Причём крупные застройщики и инвесторы могут использовать его не только в работе своей организации, но и для оценки неопределённости и риска в общей инвестиционно-строительной деятельности. В дальнейшем возможно исследование рискообразующих факторов, учет их взаимовлияния и степень регулируемости, выделение тех факторов, которые требуют особого внимания, а также разработка общей программы управления рисками и неопределённостью инвестиционного проекта.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: факторы рисков, стабильность работы строительной организации, снятие неопределённости, минимизация риска, ранжирование факторов, подрядчик, застройщик, инвестиционный проект, моделирование

БЛАГОДАРНОСТИ: авторы выражают благодарность редакции и рецензентам за внимательное отношение к статье и указанные замечания, которые позволили повысить ее качество. Авторы выражают признательность руководителям строительных организаций, оказавшим помощь в организации экспертной оценки и самим принявшим участие в исследовании, – заслуженному строителю

© Побегайлов О. А., Сизен Н. О., Дедловский В. М., 2023



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

России Анатолию Ивановичу Шевченко, Эльдару Александровичу Власову, Андрею Николаевичу Жданову, Анатолию Анатольевичу Родионову, Алексею Алексеевичу Глазкову.

Статья поступила в редакцию 27.07.2023; одобрена после рецензирования 20.08.2023; принята к публикации 30.08.2023.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах и методах. Конфликт интересов отсутствует.

Для цитирования: Побегайлов О. А., Сизен Н. О., Дедловский В. М. Диагностика факторов, влияющих на стабильность работы строительной организации // Вестник СибАДИ. 2023. Т. 20, № 4 (92). С. 514-526. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2023-20-4-514-526>

Origin article

DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2023-20-4-514-526>

EDN: WSDHCB

DIAGNOSTICS OF FACTORS AFFECTING THE STABILITY OF A CONSTRUCTION ORGANIZATION WORK

Oleg A. Pobegaylov*, Nikolai O. Sizen, Vadim M. Dedlovskii

Don State Technical University

Rostov-on-Don, Russia

opobegaylov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2950-7310>,

sizen0263@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-0208-8090>.

vadimDedlovskii@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0006-5069-4436>.

*corresponding author

ABSTRACT

Introduction. For any construction organization (both for the contractor and the developer), it is important to have an idea of a degree of stability of their work. But for today there is no universal method for identifying such factors and determining the degree of their significance. The purpose of the study was to develop a method for diagnosing factors affecting the stability of the work of construction organizations.

Materials and methods. The methodological basis of the work was the general scientific principles and methods of research both empirical methods (experiment and expert evaluation) and theoretical (analysis and synthesis, ascent from the abstract to the concrete, systematization). Risk factors and uncertainties are separated from each other by the criterion of the presence or absence of probability of the occurrence of an event. It follows that risks can be minimized, but uncertainty can only be removed, since it is impossible to minimize something whose magnitude is unknown. The groups of risks affecting the stability of the construction organization, as well as some groups of uncertainties that may affect the construction are identified. An expert assessment of risk factors and uncertainty affecting the stability of the construction organization was carried out, as a result of which diagnostics and analysis of internal and external threat factors affecting the progress of construction were carried out.

Results. A model for diagnosing risk factors and uncertainty in modern construction is proposed. Risks and uncertainties are ranked according to the level of their danger for the activities of a construction organization and, in general, for the implementation of an investment construction project. The obtained results of risk ranking help to make management decisions aimed at minimizing the most dangerous risks. For example, to plan the acquisition (leasing) of new equipment, to develop additional measures of social incentives for employees, to check the existing logistics chains, to strengthen financial management, etc. Recommendations are also given for removing uncertainties in the course of the work of a construction organization.

Discussion and conclusions. The developed method of diagnosing uncertainty and risk factors can be used by both construction contractors and developers. Moreover, large developers and investors can use it not only in the work of their organization, but also to assess uncertainty and risk in general investment and construction activities. In the future, it is possible to study risk-forming factors, to take into account their mutual influence and the degree of controllability (manageability), to identify those factors that require special attention, as well as to develop a general program for managing risks and uncertainty of an investment project.

KEYWORDS: risk factors, stability of the construction organization, removal of uncertainty, risk minimization, ranking of factors, contractor, developer, investment project, modelling

© Pobegaylov O. A., Sizen N. O., Dedlovskii V. M., 2023



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ACKNOWLEDGEMENT. *The authors express their gratitude to the editors and reviewers for their attentive attitude to the article and the above comments, which made it possible to improve its quality. The authors express their gratitude to the heads of construction organizations who assisted in organizing the expert assessment and participated in the study themselves – Anatolii I. Shevchenko, Honored Builder of Russia, Eldar A. Vlasov, Andrei N. Zhdanov, Anatolii A. Rodionov, Aleksei A. Glazkov.*

The article was submitted 27.07.2023; approved after reviewing 20.08.2023; accepted for publication 30.08.2023.

The authors have read and approved the final manuscript.

Financial transparency: the authors have no financial interest in the presented materials or methods. There is no conflict of interest.

For citation. Pobegaylov Oleg A., Sizen N. O., Dedlovskii V. M. Diagnostics of factors affecting the stability of a construction organization work. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal.* 2023; 20 (4): 514-526. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2023-20-4-514-526>

ВВЕДЕНИЕ

Для любой коммерческой организации, в том числе осуществляющей деятельность в строительной отрасли, важно иметь представление о степени стабильности своей работы. В строительстве это особенно важно для организации, позиционирующей себя на рынке в качестве застройщика, поскольку жизненный цикл реализации его бизнес-проекта имеет весьма длительное время (как правило, несколько лет). Хотя для подрядной строительной организации это также важно, т.к. если будет мало застройщиков, то фронт работы подрядчиков будет сокращаться. А в свою очередь количество заказов, которые могут дать застройщики, зависит от положения в отрасли в целом, а оно зависит от экономической ситуации в стране. Следовательно, проблема диагностики факторов, влияющих на стабильность работы организации, весьма актуальна как для подрядчиков, так и застройщиков. Однако на сегодняшний день не существует универсального метода выявления таких факторов и определения степени их значимости.

Целью проведённого нами исследования является разработка метода диагностики факторов, влияющих на стабильность работы строительных организаций. В силу чего мы поставили перед собой следующие задачи:

- 1) отделить факторы риска и неопределённости друг от друга;
- 2) выявить группы рисков, влияющих на стабильность работы строительной организации;
- 3) создать модель диагностики факторов риска и неопределённости;
- 4) ранжировать риски по уровню их опасности для деятельности строительной органи-

зации и в целом для реализации инвестиционного строительного проекта;

5) выработать рекомендации по снятию неопределённостей в ходе работы строительной организации.

Исследованию факторов, влияющих на процесс строительства, посвящали свои труды ряд авторов. Например, исследование влияния факторов на сроки строительства можно увидеть в работах Е. П. Гудкова, С. А. Болотина, Л. А. Опариной, Чэнь Ифэй и др. [1, 2, 3, 4]. Факторы, влияющие на стоимость строительства, анализировали А. Вивек, В. Гопалдасани, О'Нил К., Рао Х. и др. [5, 6]. Проблемой минимизации рисков инвестиционных проектов занимались Н. К. Борисюк, Е. А. Вахрушева, Л. Н. Доронкина, В. С. Маркин, М. С. Мизя, О. С. Смотрина, О. А. Суйкова и др. [7, 8, 9, 10, 11]. Факторы неопределённости в инвестиционном процессе исследовали Т. В. Боброва, С. Н. Ларин, М. С. Ратанин, З. Ф. Садыкова, Т. Теплова и др. [12, 13, 14, 15].

Моделирование факторов производственного процесса в строительстве и смежных отраслях исследовали Л. Б. Зеленцов, С. Йылмаз, М. С. Ратанин, Г. Б. Сафарян, Е. П. Тимофеева, Г. Е. Францен и др. [13, 16, 17, 18, 19].

Одновременное исследование факторов неопределённости и риска проводили М. В. Бедило, С. Ю. Бутузов, Д. А. Родин, Саидов М.-П.А. и др. [20, 21, 22]. Интересный тезис выдвинул молодой учёный А. М. Баев, что в современной экономике сама неопределённость есть один из главных факторов риска¹.

Однако в вышеуказанных работах не были решены поставленные нами задачи. Хотя несомненно, что изучение трудов этих учёных

¹ Баев А. М. Неопределённость – важнейший фактор риска развития современной экономики // Конкурентоспособность территорий: материалы XXV Всероссийского экономического форума молодых ученых и студентов, Екатеринбург, 27 – 30 апреля 2022 г. Екатеринбург, 2022. С. 129 – 131. EDN: XSDKQL

помогло нам сформировать метод диагностики факторов, влияющих на стабильность работы строительных организаций, и предложить модель, благодаря которой можно выявить наиболее значимые риски и неопределённости, оказывающие существенное влияние на ход строительства.

ОСОБЕННОСТИ ФАКТОРОВ РИСКА И НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ

В традиционном понимании риски отличаются от неопределённости тем, что они имеют ту или иную вероятность возникновения. Неопределённость же вероятности своего появления не имеет. Например, невозможно вычислить вероятность подрыва только что построенного здания (сооружения) неизвестным террористом. Нам могут возразить, что от такого события объект можно застраховать, а размер страховой премии тогда можно считать вероятностью возникновения данного события. Но размер страховой премии определяет страховщик, для него в этом случае неопределённость и есть фактор риска, на который указывал А. М. Баев. И если таких случаев в практике страховщика возникнет сразу несколько, то он просто разорится. Поэтому и страховых организаций, берущихся страховать события, вызываемые неопределённостями, весьма мало.

Некоторые источники причисляют к неопределёностям природные процессы [23, 24, 25]. Например, такие как стихийные бедствия (землетрясения, ураганы, наводнения), а также засуха, мороз, гололед. Однако на наш взгляд, природные явления не возникают вдруг по неизвестной причине. Каждое место потенциального строительства принадлежит к определённому сейсмическому району. Поэтому опасность землетрясения можно прогнозировать с определённой долей вероятности. А значит, это не неопределённость, а риск. Тем более это относится к другим, влияющим на строительство стихийным бедствиям и природным процессам, – ураганам, наводнениям, морозу и гололёду. Из природных явлений, способных повлиять на строительство, к неопределёностям можно отнести только крайне редкие события, например, падение астероидов и крупных метеоритов.

К основной группе неопределённостей в инвестиционно-строительной сфере для России и других стран СНГ, по нашему мнению, можно отнести политические факторы. Невоз-

можно оценить вероятность резкого изменения налогового и таможенного законодательства, введения запретов на экспорт (импорт) определённых товаров (работ, услуг), установления ограничений на какие-либо операции или виды деятельности, определения приоритетных программ строительства с выплатами по контрактам в разы выше среднерыночных. Всё перечисленное, безусловно, влияет как на инвестиционный климат в целом, так и на положение отдельных строительных организаций. Причём существенное влияние оказывает не только факт введения того или иного упомянутого решения, но даже ожидание какого-либо кардинального шага со стороны политического руководства. А оно может либо принять, либо не принять такое решение.

Поэтому, пытаясь управлять рисками и неопределённостями, строительная организация должна ставить перед собой задачи *минимизации* рисков, а не *снятия* неопределённости, поскольку нельзя минимизировать то, чья величина неизвестна.

ФАКТОРЫ НЕСТАБИЛЬНОСТИ РАБОТЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ, ИМЕЮЩИЕ ВЕРОЯТНОСТЬ – РИСКИ

Исходя из анализа практики строительного производства, а также некоторых литературных источников [2, 7, 21, 26], мы выделили следующие группы рисков, влияющих на работу строительной организации:

1. Организационные (нарушение поставок ресурсов, простои, неправильные управленческие решения и др.).
2. Технологические (увеличение производственного брака, пожар из-за нарушения технологии или правил охраны труда, появление случаев сильного производственного травматизма, непредвиденное увеличение расхода ресурсов и др.).
3. Технические (поломка оборудования (машин), пожар из-за неисправности техники, получение материалов (конструкций) ненадлежащего качества и др.).
4. Экономические (задержка оплаты выполненных работ, неустойки за нарушение условий контрактов, инфляция, штрафы по кредитам и др.).
5. Социальные (увеличение текучести кадров, повышение уровня заболеваемости работников, забастовки, изменение демографического или социального состава работников и др.).

6. Природно-климатические (мороз, засуха, природный пожар, землетрясение, ураган, наводнение, подтопление, оледенение, град, крупный снегопад, сход селевого потока и др.).

7. Экологические (увеличение загрязнения воздуха и/или воды, образование свалок мусора, эрозия почвы, повышение уровня радиации и др.).

Кроме того, важно учитывать, что одни группы рисков могут быть следствием возникновения рисков из другой группы. Например, часть экономических рисков (задержка оплаты выполненных работ, неустойки за нарушение условий контрактов и др.) возникают как следствие технических и технологических рисков (поломка оборудования, нарушение технологии производства работ). Значит, при проведении расчётов нужно учитывать, что вероятность экономических рисков будет расти при реализации негативного сценария в технологических и технических составляющих.

Для определения весовых показателей вероятности возникновения указанных факторов мы применили метод экспертных оценок.

МОДЕЛЬ ДИАГНОСТИКИ ФАКТОРОВ РИСКА И НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ

Для выявления и оценки факторов неопределённости и риска мы предлагаем применить дисперсионный метод, сущность которого состоит в следующем:

- формулируется цель анализа риска и неопределённости (к примеру, оценка финансового ущерба в результате отрицательных последствий реализации инвестиционного проекта);

- устанавливается абсолютный показатель эффективности деятельности строительной организации (к примеру, прибыль);

- экспертным методом выбираются основные внутренние и внешние факторы, которые могут воздействовать на параметры строительного производства.

Предлагаемая нами модель «Факторы риска и неопределённости в современном строительстве» предполагает прогнозирование и ранжирование факторов по степени их влияния на стабильность работы строительной организации:

$$\Phi = (\Phi_{внУ}, \Phi_{вУ}), \quad (1)$$

где $\Phi_{внУ}$ – совокупность факторов внутренней угрозы;

$\Phi_{вУ}$ – совокупность факторов внешней угрозы.

Факторы неопределённости и риска внутренней и внешней угрозы, анализируемые в заданный период времени, подразделяются на группы по степени регулируемости и управляемости: неуправляемые ($У1$), условно нерегулируемые ($У2$), регулируемые (управляемые) ($У3$).

Степень управляемости факторов обуславливается рассматриваемой нами управленческой задачей, а также заданными параметрами времени и пространства (уровня). Выявленный фактор можно отнести к какой-либо группе в соответствии с уровнем управления (подрядная строительная организация, крупная организация-застройщик или финансово-промышленная группа, отрасль в целом и т. д.), характера и степени их воздействия на процесс строительного производства, а также с длительностью периода реализации принятого решения. Чем уровень управления оказывается выше, тем большее число факторов могут расцениваться как управляемые [6]. А значит, у нас появляется больше возможностей для их корректировки. Например, некоторые факторы на уровне небольшого подрядчика воспринимаются в качестве факторов внешней угрозы (и в лучшем случае условно регулируемые), но на уровне региональных властей или тем более крупных федеральных заказчиков, рассматриваются как управляемые (к примеру, объём налоговой нагрузки). Следует принимать во внимание также продолжительность выполнения принятого управленческого решения. В этом случае наоборот, долгая его реализация говорит о том, что мы имеем дело с фактором $У1$ или $У2$.

Для проведения экспертной оценки факторов мы сформировали экспертную группу из 12 человек, в которую вошли представители пяти разноплановых строительных организаций (по 2-3 эксперта от каждой организации). Организации подбирались разных мощностей и видов деятельности, чтобы мнения их представителей имели бы достаточную релевантность.

Каждый внешний и внутренний фактор риска и неопределённости в определенный временной период оценивается экспертами согласно степени регулируемости (управляемости). К примеру, 0 – фактор не входит в данную группу, 1 – фактор входит в данную группу. По каждой группе регулируемости (управляемости) подсчитывается сумма значений, результаты сводятся в обобщающую таблицу 1.

Таблица 1
Экспертная оценка факторов внутренней и внешней угрозы для строительной организации
Источник: составлено авторами.

Table 1
Expert assessment of internal and external threat factors for a construction organization
Source: compiled by the authors.

Группа факторов	Степень регулируемости (управляемости)		
	У3	У2	У1
Факторы внутренней угрозы			
ФвнУ 1 – неэффективное управление проектом	0	0	1
ФвнУ 2 – неточность, недостаточность проектной документации	0	0	1
ФвнУ 3 – барьеры межличностной коммуникации	1	0	0
ФвнУ 4 – повышение текучести кадров	0	0	1
ФвнУ 5 – недостаток квалифицированных кадров	0	1	0
ФвнУ к – недостаток средств	0	1	0
Итого по факторам внутренней угрозы	1	2	3
Вероятность (частота) управляемости	0,1667	2/6 = 0,3333	3/6 = 0,5
Факторы внешней угрозы			
ФвУ 1 – технологические ограничения	1	0	0
ФвУ 2 – инфляция	0	1	0
ФвУ 3 –задержка оплаты выполненных работ	1	0	0
ФвУ 4 – поставка материалов (конструкций) не надлежащего качества	0	1	0
ФвУ 5 – нарушение поставок ресурсов	0	1	0
ФвУ к –мороз	1	0	0
Итого по факторам внешней угрозы	3	3	0
Вероятность (доля) управляемости	0,5	3/6 = 0,5	0/5 = 0

Далее подсчитывается вероятность (частота) управления факторами внутренней и внешней угрозы. Предлагаем это осуществлять путем деления суммарного значения баллов в каждом столбце на итоговое количество баллов:

$$P_{уф} = \sum_p B_{рк} / \sum_{кр} \sum_p B_{рк} , \quad (2)$$

где $B_{рк}$ – оценка управляемости (регулируемости) k -го фактора по p -й группе регулируемости [7].

После разделения факторов по степени регулируемости (управляемости) выделяются следующие группы факторов:

ФО – факторы, не подлежащие управлению (сугубо отрицательные факторы).

Для диагностики такого рода факторов необходимо учитывать их иницирующие события и значения, полученные посредством трендового анализа. После регулярных замеров в течение достаточного периода времени

можно выявить среднее изменение нерегулируемого фактора и дать рекомендации по учёту данного фактора.

ФП – факторы, к которым целесообразно применить меры управленческого воздействия.

Для диагностики факторов из группы ФП можно использовать методику, предложенную Л. Н. Доронкиной: выявить воздействующие на эти факторы причины, определить по формуле (2) вероятность возникновения данных причин, а затем рассчитать значение каждого из факторов данной группы в стоимостных единицах [7].

К примеру, строительной организации может быть нанесен финансовый ущерб в результате повышения цен на строительные материалы. В таблице 2 представлен размер ущерба и вероятность возникновения такого ущерба в зависимости от обстоятельств реализации подобного риска.

Таблица 2

Работа с управляемым или регулируемым (УЗ) фактором

Источник: составлено авторами на основе методики, предложенной Л. Н. Доронкиной [7]

Table 2

Work with a controlled or regulated (U3) factor

Source: compiled by the authors on the basis of the methodology proposed by L. N. Doronkina [7]

Причина возникновения фактора ФП	Причина 1	Причина 2	Причина 3	Причина 4
Вероятность возникновения соответствующей причины, P, доли	0,3	0,2	0,1	0,4
Значение фактора ФП в результате проявления соответствующей причины, З тыс. руб.	30	50	40	70

На основании представленных в таблице 2 данных можно рассчитать среднее значение фактора, идентифицированного нами, как регулируемый:

$$Z_{кс} = \sum P_k \cdot Z_k = 0,3 \cdot 30 + 0,2 \cdot 50 + 0,1 \cdot 40 + 0,4 \cdot 70 = 51 \text{ (тыс. руб.)}$$

Отсюда следует, что рост цен на строительные материалы привёл к среднему ущербу порядка 51 тыс. руб.

Затем мы провели оценку ущерба в результате повышения цен на сырье посредством дисперсии:

$$D = ((30-51)^2) \cdot 0,3 + ((50-51)^2) \cdot 0,2 + ((40-51)^2) \cdot 0,1 + ((70-51)^2) \cdot 0,4 = 120 + 0,2 + 12,1 + 144,4 = 277$$

Далее рассчитывается среднеквадратическое отклонение по k-му фактору (квадратный корень, извлеченный из дисперсии):

$$\sigma_k = D^{1/2} = 277^{1/2} = 16,64$$

Учитывая значение среднего ущерба (51 тыс. руб.) и среднеквадратического отклонения, можно получить диапазон ущерба:

$$(51-16,64; 51+16,64), \text{ или } (34,36; 67,64)$$

Для оценки представительности (качества) полученных значений ущерба в результате влияния k-го фактора вычисляется коэффициент вариации:

$$K_{вар} = \sigma / Z_{кс} = 16,64 / 51 = 0,3263$$

С учётом того, что значение $K_{вар} < 0,33$, полученные данные не в достаточно объективной мере отражают размеры ущерба и вероятности их реализации.

Если полученное значение $K_{вар}$ будет $> 0,33$, то возникнет необходимость проведения более глубокой диагностики исследуемого фактора.

РАНЖИРОВАНИЕ РИСКОВ И НЕОПРЕДЕЛЁННОСТЕЙ ПО УРОВНЮ ИХ ВЛИЯНИЯ НА СТАБИЛЬНОСТЬ ХОДА СТРОИТЕЛЬСТВА

По окончании расчёта значений каждого фактора, влияющего на ход процесса строительства, можно сформировать таблицу (таблицы) с перечнем факторов, на которые можно оказывать регулирующее (управленческое) воздействие с целью минимизации риска и снятия неопределённости.

После выявления и диагностики факторов риска и неопределённости эксперты осуществили их ранжирование и получили результат, согласно которому первый фактор оказался выше второго, второй и третий равны между собой, четвёртый выше третьего и т. д.:

$$K_{p1} > K_{p2} = K_{p3} > K_{p4} \dots \quad (3)$$

Чем сильнее негативное влияние риска или неопределённости на производственно-экономические показатели функционирования строительной организации, тем выше будет их ранг.

Результаты ранжирования факторов рисков представлены в таблице 3, а неопределённостей – в таблице 4.

Полученные результаты ранжирования рисков помогают принять управленческие решения, направленные на минимизацию наиболее опасных рисков. Например, разработать дополнительные меры социального стимулирования работников, проверить сложившиеся логистические цепочки, усилить финансовый менеджмент и т. д.

Таблица 3
Ранжирование факторов риска строительных организаций при возведении объектов
 Источник: составлено авторами.

Table 3
Ranking of risk factors for construction organizations when building the objects
 Source: compiled by the authors.

Наименование группы рисков	Воздействующий фактор	Ранг по организациям, участвовавшим в исследовании			
		ООО «Строй-механизация»	ООО «Пальмира»	ООО «Опт. Решение»	ООО «Мастер»
Технологические	1. Увеличение производственного брака 2. Непредвиденное увеличение расхода ресурсов	0,05	0,07	0,05	0,06
Экологические	1. Увеличение загрязнения воздуха 2. Образование свалок мусора	0,008	0,006	0,009	0,007
Организационные	1. Нарушение поставок ресурсов 2. Простои 3. Неправильные управленческие решения	0,10	0,15	0,16	0,12
Экономические	1. Несвоевременная оплата выполненных работ 2. Штрафы и пени за нарушение договоров 3. Инфляция	0,40	0,35	0,41	0,40
Социальные	1. Повышение уровня заболеваемости 2. Увеличение текучести кадров 3. Забастовки	0,20	0,20	0,20	0,25
Природно-климатические	1. Мороз, оледенение 2. Ураган. 3. Природный пожар 4. Подтопление. 5. Обильный снегопад	0,11	0,13	0,12	0,11
Технические	1. Остановка работы оборудования (поломка) 2. Пожар из-за неисправности техники	0,30	0,33	0,24	0,28

Таблица 4
Ранжирование факторов неопределённости строительных организаций при возведении объектов
 Источник: составлено авторами.

Table 4
Ranking of uncertainty factors for construction organizations when building the objects
 Source: compiled by the authors.

Наименование группы неопределённости	Воздействующий фактор	Ранг по организациям, участвовавшим в исследовании			
		ООО «Строй-механизация»	ООО «Пальмира»	ООО «Опт. Решение»	ООО «Мастер»
Техногенные катастрофы	1. Взрыв на объекте строительства 2. Наводнение по причине прорыва плотин	0,002	0,0003	0,0008	0,001
Природные катастрофы	1. Падение астероида или крупного метеорита 2. Геологический разлом	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Политическая неопределённость	1. Сильное повышение (понижение) Банком России ключевой ставки 2. Установление ограничений на какие-либо операции или виды деятельности 3. Определение приоритетных программ строительства с выплатами по контрактам в разы выше среднерыночных	0,19	0,21	0,26	0,29

Результаты из таблицы 4 нельзя интерпретировать так же однозначно, как результаты ранжирования рисков. Как было отмечено выше, неопределённость не имеет вероятности. Следовательно, результаты, полученные по итогам экспертной оценки факторов неопределённостей, отражают лишь некоторые ожидания экспертов, а присвоение экспертами крайне низкого ранга группе «Природные катастрофы» говорит о том, что они никогда не видели таких катастроф и слышали о них что-либо очень отдалённо.

Тем не менее результаты, данные экспертами, помогают дать рекомендации по снятию неопределённостей.

Во-первых, можно постараться найти страховую компанию, занимающуюся страхованием от природных и/или техногенных катастроф. Если же такую найти не удастся, или её услуги окажутся слишком дороги, то тогда можно относиться к вышеуказанным катастрофам как к практически невозможным событиям, и так снять данную неопределённость.

Во-вторых, от политической неопределённости тоже можно застраховаться, найдя страховую компанию, занимающуюся страхованием предпринимательских рисков. Однако таких компаний в России ещё меньше, чем страхующих природные и техногенные катастрофы. Но, по крайней мере, можно будет застраховать свою гражданскую ответственность за нарушение договора перед третьим лицом.

Однако одним страхованием политическую неопределённость снять невозможно. Для её «полного снятия» нужно быть готовыми к частичному сворачиванию деятельности, к переносу деятельности в другой регион, к диверсификации. А для этого нужно иметь в резерве денежные и/или иные материальные средства, которые помогли бы осуществить необходимые мероприятия при возникновении деструктивного фактора неопределённости.

Следует обратить внимание на такой фактор, как «Определение федеральными или региональными властями приоритетных программ строительства с выплатами по контрактам в разы выше среднерыночных». Появление данных контрактов может вызвать переход подрядчика к другому заказчику-застройщику, который может уплатить за выполненные работы значительно более существенную сумму. Особенно это относится к небольшим подрядным организациям, работающим на субподряде. Они легко отказываются от выполнения

начатой работы, невзирая на штрафные санкции, и переходят на другой объект. Для снятия этой неопределённости следует более тщательно подходить к выбору субподрядчиков, изучая их предыдущую деятельность.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ходе проведённого исследования мы осуществили следующее:

1. Отделили факторы риска и неопределённости друг от друга по критерию наличия или отсутствия вероятности у наступления того или иного события. Этот результат нашего исследования будет способствовать чёткой идентификации на практике факторов риска и неопределённости. У строительной организации не будет возникать вопроса, к риску или к неопределённости относится возникший фактор.

2. Выделили группы рисков, влияющих на стабильность работы строительной организации, а также некоторые группы неопределённостей, которые могут оказывать влияние на строительство.

3. Предложили модель «Факторы риска и неопределённости в современном строительстве». С её помощью можно прогнозировать и ранжировать возникающие факторы по степени их влияния на стабильность работы строительной организации.

4. Сформированная нами экспертная группа провела экспертную оценку факторов риска и неопределённости, влияющих на стабильность работы строительной организации. В результате мы выявили регулируемые (управляемые) и нерегулируемые факторы.

5. Предложили метод диагностики и регулирования факторов внутренней и внешней угрозы, влияющих на ход строительства.

6. Ранжировали риски и неопределённости по уровню их опасности для деятельности строительной организации и в целом для реализации инвестиционного строительного проекта.

7. Сформулировали рекомендации по минимизации рисков и снятию неопределённостей в ходе работы строительной организации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование позволило предложить своеобразную методику диагностики факторов, влияющих на стабильность работы строительных организаций.

Научная ценность нашего исследования заключается, прежде всего, в том, что одновременно исследуя факторы риска и неопределённости, мы отделили категории риска и неопределённости друг от друга, обозначили критерий, по которому следует идентифицировать факторы рисков и факторы неопределённости. Новизна состоит также в том, что была сформирована модель «Факторы риска и неопределённости в современном строительстве», которая позволяет выделить регулируемые и нерегулируемые факторы как внутренней, так и внешней угрозы. Кроме того, впервые были проведены расчёты по оценке влияния регулируемых факторов риска в строительстве.

Основная практическая значимость результатов нашей работы состоит в даче рекомендаций по минимизации рисков и снятии неопределённости в строительстве.

Разработанный метод диагностики факторов неопределённости и риска могут применять как подрядные строительные организации, так и застройщики. Причём крупные застройщики и инвесторы могут использовать его не только в работе своей организации, но и для оценки неопределённости и риска в общей инвестиционно-строительной деятельности.

Предложенная нами методика диагностики факторов, влияющих на стабильность работы строительной организации, способствует проведению комплексных исследований определения взаимодействия различных рискообразующих факторов, учету их взаимовлияния и степени регулируемости (управляемости), выделению тех факторов, которые требуют особого внимания, а также разработке общей программы управления рисками и неопределённостью инвестиционного проекта.

В дальнейшем, развивая исследование в обозначенном русле, следовало бы создать две базы данных факторов, влияющих на стабильность работы строительных организаций: одну базу данных с факторами рисков, другую – с факторами неопределённости. В каждой базе можно было бы создать группы факторов внутренней угрозы и внешней угрозы; поделить их на регулируемые и нерегулируемые. Базы должны будут содержать средние ранги и/или диапазон рангов всех включённых факторов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Болотин С. А., Мальсагов А. Р. К вопросу формирования пессимистических графиков строительства // *Недвижимость: экономика, управление*. 2020. № 2. С. 49–54. DOI: 10.22227/2073-8412.2020.2.49 – 54. EDN: JNHKLP
2. Гудков Е. П. Применение сетевых моделей дорожно-строительного производства в условиях рисков // *Вестник МГСУ*. 2010. № 2. С. 267 – 271. EDN: MUXQOT
3. Chen Yi., Zhu D., Tian Z., Guo Q. (2023) Factors influencing construction time performance of prefabricated house building: A multi-case study. *Habitat International*. Vol. 131, <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2022.102731>.
4. Oparina L. A. Application of information modelling technologies for construction time management // *Smart Composite in Construction*. 2021. Vol. 2. № 2. Pp. 48 – 55. DOI: 10.52957/27821919_2021_2_48. EDN: KNJPXR.
5. O'Neill C., Gopaldasani V., Coman R. (2022) Factors that influence the effective use of safe work method statements for high-risk construction work in Australia – A literature review. *Safety Science*. Vol. 147, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105628>.
6. Vivek A., Rao H. (2022) Identification and analysing of risk factors affecting cost of construction projects. *International Conference on Latest Developments in Materials & Manufacturing*. Vol. 60, Part 3, Pp. 1696 – 1701, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.12.228>.
7. Доронкина Л. Н. О совершенствовании методов анализа и управления риском инвестиционно-строительного комплекса // *Экономика строительства*. 2014. № 2 (26). С. 53 – 55. EDN: RXFBWB
8. Борисюк Н. К., Смотрина О. С. К вопросу функционирования предприятия в нестабильной внешней среде // *Интеллект. Инновации. Инвестиции*. 2022. № 2. С. 24 – 30, <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2022-2-24>. EDN: XLJDGS
9. Вахрушева Е. А. Семь раз отмерь... Методические основы анализа, оценки и управления инвестиционных рисков и гарантии возврата инвестиций // *Креативная экономика*. 2009. № 3 (27). С. 155 – 159. EDN: JZBKIB
10. Маркин В. С., Мизя М. С. Управленческие методы минимизации рисков инвестиционно-строительных проектов в условиях неопределённости // *Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий*. 2020. № 4 (36). С. 52 – 57. DOI: 10.24411/2225-8264-2020-10067. EDN: KWGSSG
11. Суйкова О. А., Кудряшова Е. В. Управление рисками инновационного проекта // *Инновационное развитие профессионального образования*. 2020. № 1 (25). С. 96 – 101. EDN: XDCWPC
12. Садыкова З. Ф., Абаев В. А. Оценка инвестиционной стратегии организации в условиях неопределённости // *Управление рисками в АПК*. 2019. № 1 (29). С. 6 – 15. EDN: UNTCOP

13. Боброва Т. В., Ратанин М. С., Тимофеева Е. П. Информационное моделирование организации строительства мостовых переходов при стохастической неопределенности временных параметров // Вестник СибАДИ. 2018. № 3 (61). С. 422 – 433. EDN: ХТВРPUT

14. Теплова Т. Управление инвестиционным процессом компании в условиях неопределенности // Проблемы теории и практики управления. 2006. № 7. С. 93 – 104. EDN: KWFQDD

15. Larin S. N. Using of the mechanism of the procedure of the dynamic systemic analysis for the uncertainty management in the housing and public utility sector // *Economy and Business: Theory and Practice*. 2019. № 10 – 2 (56). Pp. 21-26. DOI: 0.24411/2411-0450-2019-11247. EDN: XFSMEG (In Eng.)

16. Зеленцов Л. Б. Реализация строительных проектов изменяемого функционального назначения // Строительное производство. 2021. № 2. С. 26–32. DOI: 10.54950/26585340_2021_2_26. EDN: BZKXLZ

17. Францен Г. Е., Мозговая Я. Г. Организационная модель реализации инвестиционного проекта в строительстве // Ползуновский альманах. 2016. № 1. С. 207 – 211. EDN: XQSXZJ

18. Сафарян Г. Б. Критический анализ обобщенной модели строительной системы // Строительство: наука и образование. 2021. Т. 11, № 4. С. 41 – 47. DOI: 10.22227/2305-5502.2021.4.4. EDN: PFGTCK

19. Yilmaz S., Irmak M.A., Qaid A. (2022) Assessing the effects of different urban landscapes and built environment patterns on thermal comfort and air pollution in Erzurum city, Turkey. *Building and Environment*. Vol. 219. DOI: 10.1016/j.buildenv.2022.109210.

20. Бедило М. В., Бердашев Б. Ж., Бутузов С. Ю. Модель адаптивного управления подразделениями в чрезвычайных ситуациях // Технологии техносферной безопасности. 2013. № 4 (50). 14 с. EDN: SCCPPH

21. Родин Д. А. Учет факторов неопределенности и риска при оценке инвестиционных проектов // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела. 2022. № 3 – 4. С. 19 – 25. EDN: TJRDTU

22. Саидов М.-П. А. Оценка возникновения рисков при управлении инвестиционными проектами в условиях неопределенности // Транспортное дело России. 2010. № 3. С. 55 – 56. EDN: QAVDNB

23. Caron G. M., Savéant P., Schoenauer M. (2013) Multiobjective tactical planning under uncertainty for air traffic flow and capacity management. *IEEE Congress on Evolutionary Computation [Submitted on 16 Sep 2013]*. Pp. 1548-1555, <https://doi.org/10.48550/arXiv.1309.4085>.

24. Zhang X., Mahadevan S. (2017) Aircraft re-routing optimization and performance assessment under uncertainty. *Decision Support Systems*. Vol. 96. Pp. 20-26, <https://doi.org/10.1016/j.dss.2017.02.005>

25. Díaz-López C., Serrano-Jiménez A., Verichev K., Barrios-Padura A. (2022) Passive cooling

strategies to optimise sustainability and environmental ergonomics in Mediterranean schools based on a critical review. *Building and Environment*. Vol. 221. DOI: 10.1016/j.buildenv.2022.109297.

26. Meskhi B. C., Evtushenko A. I., Sidelnikova O. P. (2020) Radiation and environmental studies of the air of industrial premises of construction industry plants in the cities of Volgograd and Rostov regions. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*. DOI: 10.1088/1757-899X/1001/1/012108.

REFERENCES

1. Bolotin S. A., Mal'sagov A. R. K voprosu formirovaniya pessimisticheskikh grafikov stroitel'stva [On the issue of the formation of pessimistic building schedules]. *Nedvizhimost': ekonomika, upravlenie*. *Nedvizhimost': jekonomika, upravlenie*. 2020; No. 2: 49 – 54. (In Russ.)

2. Gudkov E. P. Primenenie setevykh modelej dorozhno-stroitel'nogo proizvodstva v usloviyah riskov [Application of network models of road building production in conditions of risks]. *Vestnik MGSU*. 2010; 2: 267 – 271. EDN: MUXQOT. (In Russ.)

3. Chen, Yi., Zhu, D., Tian, Z., Guo, Q. Factors influencing construction time performance of prefabricated house building: A multi-case study. *Habitat International*. 2023; Vol. 131, <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2022.102731>

4. Oparina, L.A. Application of information modelling technologies for construction time management. *Smart Composite in Construction*. 2021; Vol. 2. № 2: 48-55. DOI: 10.52957/27821919_2021_2_48. EDN: KNJPRX

5. O'Neill, C., Gopaldasani, V., Coman, R. Factors that influence the effective use of safe work method statements for high-risk construction work in Australia – A literature review *Safety Science*. 2022; Vol. 147, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105628>

6. Vivek, A., Rao, H. Identification and analysing of risk factors affecting cost of construction projects. *International Conference on Latest Developments in Materials & Manufacturing*. 2022; Vol. 60, Part 3: 1696-1701, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.12.228>

7. Doronkina L. N. O sovershenstvovanii metodov analiza i upravleniya riskom investicionno-stroitel'nogo kompleksa [On improving the methods of analysis and risk management of the investment and building complex]. *Jekonomika stroitel'stva*. 2014; 2 (26): 53 – 55. EDN: RXFBWB (In Russ.)

8. Borisjuk N. K., Smotrina O. S. K voprosu funkcionirovaniya predpriyatija v nestabil'noj vneshnej srede [On the issue of the functioning of the enterprise in an unstable external environment]. *Intellekt. Innovacii. Investicii*. 2022; 2: 24-30, <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2022-2-24>. EDN: XLJDGS. (In Russ.)

9. Vahrusheva E. A. Sem' raz otmer'... Metodicheskie osnovy analiza, ocenki i upravleniya investicionnyh riskov i garantii vozvrata investicij [Seven times measure... Methodological foundations of analysis, assessment and management of investment risks and guarantees of return on investment]. *Kreativnaja*

jeconomika. 2009; 3 (27): 155 – 159. EDN: JZBKIB. (In Russ.)

10. Markin V. S., Mizja M. S. Upravljencheskie metody minimizacii riskov investicionno-stroitel'nyh proektov v uslovijah neopredelennosti [Management methods of minimizing the risks of investment and construction projects in conditions of uncertainty]. *Vestnik Sibirskogo instituta biznesa i informacionnyh tehnologij*. 2020; 4 (36): 52 – 57. DOI: 10.24411/2225-8264-2020-10067. EDN: KWGSSG. (In Russ.)

11. Sujkova O. A., Kudrjashova E. V. Upravlenie riskami innovacionnogo proekta [Risk management of an innovative project]. *Innovacionnoe razvitie professional'nogo obrazovanija*. 2020; 1 (25): 96 – 101. EDN: XDCWPC. (In Russ.)

12. Sadykova Z. F., Abaev V. A. Ocenka investicionnoj strategii organizacii v uslovijah neopredelennosti [Assessment of an organization's investment strategy under conditions of uncertainty]. *Upravlenie riskami v APK*. 2019; 1 (29): 6 – 15. EDN: UNTCOP. (In Russ.)

13. Bobrova T.V., Ratanin M.S., Timofeeva E.P. Information modeling of organization of bridges' construction under stochastic uncertainty of time parameters. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2018;15 (3): 422 – 433. (In Russ.) <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2018-3-422-433>

14. Teplova T. Upravlenie investicionnym procesom kompanii v uslovijah neopredelennosti [Managing the company's investment process under conditions of uncertainty]. *Problemy teorii i praktiki upravlenija*. 2006; 7: 93 – 104. EDN: KWFQDD. (In Russ.)

15. Larin S.N. Using of the mechanism of the procedure of the dynamic systemic analysis for the uncertainty management in the housing and public utility sector. *Economy and Business: Theory and Practice*. 2019; № 10-2 (56): 21 – 26. DOI: 0.24411/2411-0450-2019-11247. EDN: XFSMEG.

16. Zelencov L. B. Realizacija stroitel'nyh proektov izmenjaemogo funkcional'nogo naznacheniya [Implementation of building projects of variable functional purpose]. *Stroitel'noe proizvodstvo*. 2021; 2: 26 – 32. DOI: 10.54950/26585340_2021_2_26. EDN: BZKXLZ. (In Russ.)

17. Francen G. E., Mozgovaja Ja. G. Organizacionnaja model' realizacii investicionnogo proekta v stroitel'stve [Organizational model for the implementation of an investment project in building]. *Polzunovskij al'manah*. 2016; 1: 207 – 211. EDN: XQSXZJ. (In Russ.)

18. Safarjan G. B. Kriticheskij analiz obobshhennoj modeli stroitel'noj sistemy [Critical analysis of the generalized model of the building system]. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie*. 2021; T. 11. № 4: 41 – 47. DOI: 10.22227/2305-5502.2021.4.4. EDN: PFGTCK. (In Russ.)

19. Yilmaz, S., Irmak, M.A., Qaid, A. Assessing the effects of different urban landscapes and built environment patterns on thermal comfort and air pollution in Erzurum city, Turkey. *Building and Environment*. 2022; Vol. 219. DOI: 10.1016/j.buildenv.2022.109210.

20. Bedilo M. V., Berdashev B. Zh., Butuzov S. Ju. Model' adaptivnogo upravlenija podrazdelenijami v chrezvychajnyh situacijah [Model of adaptive management of departments in emergency situations]. *Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti*. 2013; 4 (50): 14. EDN: SCCPPH. (In Russ.)

21. Rodin D. A. Uchet faktorov neopredelennosti i riska pri ocenke investicionnyh proektov [Consideration of uncertainty and risk factors in the evaluation of investment projects]. *Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Problemy poligrafii i izdatel'skogo dela*. 2022; 3-4: 19 – 25. EDN: TJRDTU. (In Russ.)

22. Saidov M.-P. A. Ocenka voznikovenija riskov pri upravlenii investicionnymi proektami v uslovijah neopredelennosti [Assessment of the occurrence of risks in the management of investment projects under conditions of uncertainty]. *Transportnoe delo Rossii*. 2010; 3: 55 – 56. EDN: QAVDNB. (In Russ.)

23. Caron, G. M., Savéant, P., Schoenauer M. Multiobjective tactical planning under uncertainty for air traffic flow and capacity management. *IEEE Congress on Evolutionary Computation [Submitted on 16 Sep 2013]*. 2013: 1548-1555, <https://doi.org/10.48550/arXiv.1309.4085>.

24. Zhang, X., Mahadevan, S. Aircraft re-routing optimization and performance assessment under uncertainty. *Decision Support Systems*. 2017; Vol. 96:20-26, <https://doi.org/10.1016/j.dss.2017.02.005>.

25. Díaz-López, C., Serrano-Jiménez, A., Verichev, K., Barrios-Padura, A. Passive cooling strategies to optimise sustainability and environmental ergonomics in Mediterranean schools based on a critical review. *Building and Environment*. 2022; Vol. 221. DOI: 10.1016/j.buildenv.2022.109297.

26. Meskhi, B. C., Evtushenko, A. I., Sidelnikova, O. P. Radiation and environmental studies of the air of industrial premises of construction industry plants in the cities of Volgograd and Rostov regions. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*. 2020. DOI: 10.1088/1757-899X/1001/1/012108.

ВКЛАД СОАВТОРОВ

Сизен Н. О. Моделирование диагностики факторов риска и неопределённости в современном строительстве.

Дедловский В. М. Ранжирование рисков по уровню их влияния на стабильность хода строительства.

Побегайлов О. А. Написание остальных разделов статьи, общее редактирование.

COAUTHORS' CONTRIBUTION

Nikolai O. Sizen. Modelling of risk factors and uncertainty diagnostics in modern construction.

Vadim M. Dedlovskii. Risk ranking according to the influence level on the stability of the construction process.

O. A. Pobegailov. Writing the remaining sections of the article, general editing.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Побегайлов Олег Анатольевич – канд. экон. наук, доц., доц. кафедры «Организация строительства», SPIN-код: 6802-2206.

Сизен Николай Олегович – студент.

Дедловский Вадим Михайлович – магистрант.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Oleg A. Pobegailov. Cand. of Sci., Associate Professor, Associate Professor of the "Organization of Construction Department, SPIN-код: 6802-2206.

Nikolai O. Sizen. Student.

Vadim M. Dedlovskii. Master's student.